

KEMAMPUAN BERPIKIR LOGIS SEBAGAI PREDIKTOR KEBERHASILAN MAHASISWA DALAM PERKULIAHAN KIMIA DASAR

(Diterima 18 Mei 2016; direvisi 30 Juni 2016; disetujui 30 Juni 2016)

Aditya Rakhmawan¹ dan Mudmainah Vitasari²

^{1,2}Jurusan Pendidikan IPA, FKIP, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang
Email: adityarakhmawan@yahoo.co.id

Abstract

This study aims to determine the relationship between the ability to think logically with basic chemistry student ability. The research sample as many as 33 students majoring in science education, University of Sultan Ageng Tirtayasa. Sampling using purposive sampling method. The design study is correlational research design with survey as a research method. The instrument used in this study is the Test of Logical Thinking (TOLT). The results showed a correlation between the score TOLT with a score of Basic Chemistry 1 at 0.359. Then, the correlation between TOLT score with Basic Chemistry 2 at 0.415.

Keywords: Logical Thinking, TOLT, Basic Chemistry, Correlation

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterkaitan antara kemampuan berpikir logis dengan kemampuan kimia dasar mahasiswa. Sampel penelitian sebanyak 33 orang mahasiswa jurusan pendidikan IPA, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Desain penelitian yang digunakan desain penelitian korelasional dengan metode survey. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa instrumen *Test of Logical Thinking* (TOLT). Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi antara skor TOLT dengan skor Kimia Dasar 1 sebesar 0,359. Kemudian, korelasi skor TOLT dengan skor Kimia Dasar 2 sebesar 0,415.

Kata kunci: Kemampuan berpikir logis, TOLT, Kimia Dasar, Korelasi

PENDAHULUAN

Menurut Undang-undang No. 20 Tahun 2003 pasal 1 ayat 1, pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara. Pemerintah menyadari bahwa setiap manusia memiliki perbedaan kemampuan dalam proses belajarnya. Oleh karena itu pendidikan menjadi usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan proses belajar yang optimal bagi setiap peserta didik. Pendidikan yang baik akan mampu melihat berbagai perbedaan kemampuan dari peserta didik, khususnya dari perkembangan kemampuan proses berpikirnya. Berdasarkan pendapat Cohen (1980) "*the higher the ability of a person to think in an abstract way, the higher the ability of the person will function effectively in the society*". Dengan kata lain, semakin seseorang mampu berpikir secara abstrak, maka seseorang itu semakin mampu untuk memfungsikan dirinya dengan baik di masyarakatnya. Semakin tinggi kemampuan berpikir seseorang, maka semakin mudah orang itu untuk

memahami berbagai persoalan dan memecahkan persoalan tersebut dengan solusi yang jitu.

Piaget dan Inhelder (1969; dalam Cantu & Herron, 1978) menyatakan bahwa kesulitan siswa dalam memahami konsep abstrak ini terkait dengan perkembangan intelektual siswa. Dalam teori perkembangan kognitif Piaget, perkembangan kognitif terbagi menjadi empat jenjang, yaitu: (1) *Sensori-motor stage* (0-2 tahun). Di jenjang ini seorang anak tidak terlalu berpikiran konseptual; (2) *preoperational thought stage* (2-7 tahun). Pada jenjang ini ditandai dengan perkembangan keterampilan berbahasa; (3) *Concrete operation stage* (7-11 tahun). Pada jenjang ini seorang anak mulai belajar memecahkan masalah dengan logika namun hanya untuk permasalahan yang konkrit; dan (4) *Formal operation stage* (11-15 tahun). Pada jenjang ini seorang anak mulai belajar memecahkan setiap permasalahan baik yang konkrit maupun abstrak menggunakan logika nya. Seorang anak yang perkembangan kognitif nya telah mencapai jenjang operasi formal (*formal operation*) akan lebih mudah memecahkan permasalahan-permasalahan dalam proses pembelajarannya. Hal ini disebabkan ia telah mampu menggunakan pikirnya untuk memecahkan berbagai permasalahan

konkrit maupun abstrak secara logis dan sistematis. Dipercaya bahwa penalaran formal (*formal reasoning*) yang menjadi karakteristik pada jenjang operasi formal merupakan hal yang sangat penting bagi seorang anak untuk sukses di bidang sains dan kejuruan. Beberapa peneliti lain menyatakan bahwa kemampuan penalaran formal siswa menjadi indikator keberhasilan siswa dalam matematika dan sains-nya (Cantu & Herron, 1978 dalam Trifone, 1987). Kemampuan berpikir formal ini sangat siswa butuhkan dalam berbagai pembelajaran yang menuntut keaktifan siswa dalam berpikir khususnya dalam memecahkan permasalahan yang diberikan. Oleh karena itu, peningkatan kemampuan berpikir formal siswa dalam bentuk penalaran formalnya itu sangat penting untuk bisa memahami berbagai konsep-konsep abstrak kimia dengan baik.

Pengetahuan tentang penalaran formal mahasiswa dalam pembelajaran menjadikannya sangat penting untuk dapat melihat kemampuan mahasiswa dalam belajar. Dengan demikian, pengetahuan tentang penalaran formal ini seharusnya sebelum memulai pembelajaran menjadi sangat penting untuk mempertimbangkan bentuk strategi pembelajaran yang akan diterapkan. Terkait ini maka dikembangkan suatu instrumen yang

dapat mengukur kemampuan penalaran formal siswa. Instrumen yang mampu mengukur penalaran formal siswa yang mencakup semua penalaran (*reasoning*) tersebut disusun oleh Tobin dan Capie (1981) dalam bentuk *Test of Logical Thinking* (TOLT) (Yenilmez, dkk, 2005; Tobin dan Capie, 1981). Kemampuan berpikir logis digunakan sebagai ciri seseorang yang mencapai jenjang penalaran formal dalam bentuk penalaran logis (*logical reasoning*). Soal-soal TOLT dikemas dalam bahasa yang sangat sederhana sehingga cocok untuk anak-anak sekolah menengah. TOLT sebenarnya lebih menekankan pada kemampuan *problem solving* seseorang, tidak mempertimbangkan bagaimana *prior knowledge*-nya atau pun pengetahuan konsep yang ia miliki. Dengan demikian TOLT dapat digunakan dalam berbagai tingkat di sekolah menengah.

Kemampuan TOLT dalam mengukur penalaran formal peserta didik ini maka diperkirakan TOLT akan mampu memprediksi tingkat kesuksesan seorang mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan di kelas. Dengan demikian, dosen akan lebih mampu untuk mempersiapkan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan efisien dalam mengatasi kemungkinan buruk yang telah diprediksi menggunakan TOLT ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka permasalahan yang perlu dijawab adalah “Bagaimana kemampuan berpikir logis mahasiswa dapat menjadi prediktor bagi kesuksesan mahasiswa keguruan rumpun sains?” Agar dapat menjawab pertanyaan penelitian tersebut maka dirancang beberapa pertanyaan yang lebih khusus untuk mengarahkan penelitian, yaitu:

- Bagaimana tingkat kemampuan berpikir logis mahasiswa keguruan pada rumpun sains?
- Bagaimana sebaran nilai kimia dasar 1 dan kimia dasar 2 mahasiswa pendidikan IPA?
- Bagaimana korelasi antara kemampuan berpikir logis mahasiswa dengan kimia dasar 1 dan kimia dasar 2 mahasiswa pendidikan IPA?

Berdasarkan permasalahan yang diangkat maka penelitian ini bertujuan untuk menjadikan *Test of Logical Thinking* menjadi dasar pertimbangan yang meyakinkan untuk mengantisipasi kegagalan mahasiswa di dalam perkuliahan.

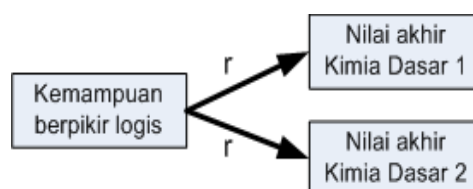
METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian korelasional yang menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian non eksperimental yaitu berupa survei (Creswell, 2009). Metode survei ini

digunakan untuk mendapatkan data di tempat tertentu dimana data yang diambil merupakan data yang alami tanpa ada perlakuan seperti halnya eksperimen (Sugiyono, 2015).

Data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa data kemampuan berpikir logis, data nilai kimia dasar 1 dan data nilai kimia dasar 2. Data kemampuan berpikir logis diperoleh menggunakan instrumen *Test of Logical Thinking* (TOLT) dari Tobin dan Capie (1981). Data nilai kimia dasar 1 merupakan nilai akhir yang diperoleh dari perkuliahan kimia dasar 1 di semester 1 yang pernah mereka jalani. Begitu pula dengan data nilai kimia dasar 2 merupakan nilai akhir yang diperoleh dari perkuliahan kimia dasar 2 di semester 2 yang pernah mereka jalani.

Hubungan yang akan dicari dari 3 variabel ini adalah seperti Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Hubungan Tiga Variabel dalam Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa penalaran yang perlu diukur untuk mengetahui kemampuan penalaran formal mahasiswa yang relevan dengan pembelajaran sains. Dalam hal ini, Lawson (1978)

mengidentifikasi terdapat lima kemampuan penalaran yang relevan dengan pembelajaran sains yaitu penalaran proporsional, penalaran probabilistik, pengontrolan variabel, penalaran korelasional, dan penalaran kombinatorial. Tobin dan Capie (1981) kemudian menyusun suatu instrumen yang mencakup semua penalaran tersebut dalam bentuk *Test of Logical Thinking* (TOLT). TOLT yang dikembangkan oleh Tobin dan Capie (1981) digunakan untuk menentukan kemampuan penalaran formal mahasiswa (Yenilmez, dkk, 2005). Kemampuan berpikir logis digunakan sebagai ciri seseorang yang telah mencapai jenjang penalaran formal dalam bentuk penalaran logis. Soal-soal TOLT dikemas dalam bahasa yang sangat sederhana sehingga cocok untuk anak-anak sekolah menengah. Dalam penelitian ini sendiri, soal TOLT yang digunakan sebagai instrumen terdiri atas sepuluh soal pilihan ganda beralasan (*two tier multiple choice*) yang mengukur lima bentuk penalaran yang dipaparkan sebelumnya. Setiap penalaran ini diwakili oleh masing-masing dua soal dalam TOLT, dimana empat penalaran dalam bentuk pilihan ganda beralasan terkecuali penalaran kombinatorial dimana peserta harus memaparkan setiap kemungkinan jawaban yang ada. Soal pilihan ganda

beralasan akan dinilai benar jika jawaban beserta alasannya juga benar. Namun jika salah satu diantara jawaban dan alasannya salah, maka tidak mendapat nilai. Sedangkan untuk soal untuk penalaran kombinatorial, yaitu soal 9 dan 10, peserta tes diharuskan memberikan semua kombinasi yang mungkin agar mendapatkan skor 1 poin (Etzler & Madden, 2014).

Pertanyaan-pertanyaan dalam TOLT dirancang sangat sederhana sehingga minimal dapat digunakan untuk anak sekolah menengah. Pertanyaan dalam TOLT terbebas dari pemahaman suatu bidang studi tertentu, sehingga dapat digunakan untuk jurusan apapun yang ingin diuji kemampuan berpikir logisnya.

Mata kuliah kimia dasar di jurusan pendidikan IPA terbagi menjadi dua, yaitu kimia dasar 1 di semester 1, dan kimia dasar 2 di semester 2. Kimia dasar 1 memuat materi seperti materi dan perubahannya, struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia dan kimia unsur. Sedangkan kimia dasar 2 memuat materi seperti stoikiometri kimia, kimia larutan, kesetimbangan larutan, asam basa, laju reaksi, elektrokimia, kimia organik, dan makromolekul. Data nilai kimia dasar 1 dan 2 diperoleh dari nilai tugas, UTS dan UAS masing-masing dengan komposisi 30%, 35%, dan 35%.

Data TOLT, kimia dasar 1 dan kimia dasar 2 kemudian diorganisir dalam satu kelompok data. Kemudian data TOLT dilihat korelasinya dengan kimia dasar 1 dan kimia dasar 2 secara statistik menggunakan *Pearson Product Moment*. Analisis menggunakan *Pearson Product Moment* ini seringkali disebut juga korelasi Pearson. Seberapa tinggi hubungan antara dua variabel ini dinyatakan menggunakan koefisien korelasi (r). Sugiyono (2015) mengutip rumusnya sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{(\Sigma x^2)(\Sigma y^2)}}$$

Nilai koefisien korelasi ini disebut juga nilai korelasi Pearson yang nilainya berada di antara $-1 < r < 1$. Bila nilai $r = 0$, berarti tidak ada korelasi atau tidak ada hubungan antara kedua variabel. Nilai $r = +1$ berarti terdapat hubungan yang positif antara kedua variabel. Nilai $r = -1$ berarti terdapat hubungan yang negatif antara kedua variabel. Dengan kata lain, tanda “+” dan “-” menunjukkan arah hubungan di antara variabel yang sedang diolah.

Sampel dalam penelitian ini yaitu mahasiswa jurusan pendidikan IPA, UNTIRTA. Mahasiswa-mahasiswa tersebut telah melalui ujian kimia dasar 1 dan kimia dasar 2. Sehingga nilai-nilai yang diperoleh merupakan nilai alami kemampuan mereka tanpa ada perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh data terkait kemampuan berpikir logis mahasiswa, nilai akhir kimia dasar 1, dan nilai akhir kimia dasar 2. Data kemampuan berpikir logis diorganisir dalam suatu tabel yang memuat kelima ciri berpikir logis, yaitu penalaran proporsional, penalaran probabilistik, pengontrolan variabel, penalaran korelasional, dan penalaran kombinatorial. Data dalam Tabel 1 berikut merupakan rekap hasil pengumpulan data terkait kemampuan berpikir logis mahasiswa pendidikan IPA, UNTIRTA tahun ajaran 2014 berdasarkan instrumen TOLT.

Menurut Trifone (1987) kemampuan penalaran probabilistik penting saat siswa dihadapkan dengan praktikum yang dilakukan berulang-ulang kali. Siswa harus mampu memperkirakan kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi dengan percobaan yang dilakukan berulang kali. Siswa nampak lemah dari sisi ini, hal ini kemungkinan disebabkan karena siswa tidak pernah dibiasakan untuk melakukan kegiatan laboratorium yang dilakukan secara berulang kali. Kegiatan laboratorium semacam ini memang seringkali dilakukan oleh para laboran-laboran atau kimiawan yang berupaya untuk melihat keteraturan pola data dan juga menyimpulkan data yang diambil

dari sekian kali percobaan. Kegiatan laboratorium seperti ini seharusnya merupakan aktivitas yang biasa dalam pembelajaran kimia, karena kimia dikembangkan melalui aktivitas inkuiri atau discovery. Namun kenyataannya, siswa kemungkinan sangat jarang dibiasakan melakukan aktivitas inkuiri ini sehingga mereka memiliki penalaran probabilistik yang rendah.

Penalaran kombinatorial, penalaran proporsional, dan pengontrolan variabel dari siswa memiliki skor yang tidak terlalu jauh berbeda. Dalam kimia, penalaran kombinatorial salah satu penalaran yang diperlukan siswa dalam mengakomodir semua kemungkinan isomer yang mungkin dari suatu senyawa organik. Terkadang kimia organik bagi siswa menjadi salah satu mata pelajaran yang tidak terlalu menjemukan karena tidak terlalu banyak perhitungan-perhitungan. Penalaran proporsional merupakan penalaran yang digunakan untuk memahami aspek kuantitatif dari suatu permasalahan. Penalaran ini menjadi salah satu penalaran yang cukup tinggi dibandingkan penalaran lain, hal ini kemungkinan disebabkan karena siswa sudah terbiasa dengan perhitungan-perhitungan yang mereka alami selama di sekolah formal. Pengontrolan variabel sangat penting bagi siswa dalam merancang suatu eksperimen untuk

melihat keterkaitan satu variabel dengan variabel lainnya. Dalam kimia siswa seringkali diberi contoh tentang laju reaksi yang dihubungkan dengan proses melarutkan antara minuman serbuk dengan membuat minuman dari minuman dari *granule* (gula pasir). Contoh ini sangat kontekstual dalam kehidupan keseharian siswa. Hal ini memungkinkan siswa untuk belajar melihat pengaruh perbedaan satu variabel terhadap variabel lainnya, disaat variabel yang lainnya tetap. Hal ini yang memungkinkan siswa masih tetap paham walaupun konteks permasalahannya berbeda.

Data skor kimia dasar 1 dan kimia dasar 2 kemudian diorganisir bersama dengan data skor TOLT dalam Tabel 2. Data TOLT dan kimia dasar 1 kemudian dikorelasikan menggunakan analisis statistik korelasi Pearson. Demikian pula dengan data TOLT dengan kimia dasar 2 dikorelasikan menggunakan analisis statistik korelasi *Pearson*.

Tabel 1. Tabel Skor TOLT Mahasiswa Pendidikan IPA Angkatan 2014

Nama	Proportional Reasoning	Controlling Variables	Probabilistic Reasoning	Correlational Reasoning	Kombinatorial Reasoning	Skor TOLT Total
	Skor 1 - 2	Skor 3 - 4	Skor 5 - 6	Skor 7 - 8	Skor 9 - 10	
Subjek 1	1	0	0	0	0	1,0
Subjek 2	0	0	0	1	0	1,0
Subjek 3	1	2	0	1	0	4,0
Subjek 4	1	0	2	0	0	3,0
Subjek 5	0	0	0	2	1	3,0
Subjek 6	2	2	0	1	2	7,0
Subjek 7	2	2	1	0	1	6,0
Subjek 8	2	0	1	0	1	4,0
Subjek 9	1	2	0	1	1	5,0
Subjek 10	0	0	0	0	0	0,0
Subjek 11	2	2	2	1	1	8,0
Subjek 12	1	0	0	1	1	3,0
Subjek 13	0	0	0	0	1	1,0
Subjek 14	1	1	2	1	0	5,0
Subjek 15	1	2	0	0	2	5,0
Subjek 16	1	2	0	0	1	4,0
Subjek 17	0	2	0	2	2	6,0
Subjek 18	2	2	0	0	2	6,0
Subjek 19	0	0	0	1	2	3,0
Subjek 20	1	2	0	0	0	3,0
Subjek 21	2	0	0	0	1	3,0
Subjek 22	2	1	1	1	1	6,0
Subjek 23	1	0	0	0	1	2,0
Subjek 24	0	2	0	0	2	4,0
Subjek 25	2	2	0	0	2	6,0
Subjek 26	0	2	0	2	1	5,0
Subjek 27	2	2	1	2	2	9,0
Subjek 28	2	0	0	1	1	4,0
Subjek 29	2	2	0	1	1	6,0
Subjek 30	0	0	0	0	2	2,0
Subjek 31	2	0	2	2	1	7,0
Subjek 32	0	1	0	0	0	1,0
Jumlah	34	33	12	21	33	133
Rata-rata	1,1	1,0	0,4	0,7	1,0	4,2

Tabel 2. Korelasi antara Skor TOLT dengan Skor Kimia Dasar 1 dan Kimia Dasar 2

Nama	Skor TOLT Total	Skor Kimdas 1	Skor Kimdas 2
Subjek 1	1	57,8	68,8
Subjek 2	1	52,8	69,4
Subjek 3	4	75,3	81,2
Subjek 4	3	70,4	82,0
Subjek 5	3	67,0	82,0
Subjek 6	7	60,5	61,1
Subjek 7	6	71,4	91,2
Subjek 8	4	80,0	86,0
Subjek 9	5	72,9	73,3
Subjek 10	0	54,5	58,7
Subjek 11	8	73,0	85,5
Subjek 12	3	54,4	70,8
Subjek 13	1	48,7	61,0
Subjek 14	5	50,5	70,9
Subjek 15	5	74,0	84,7
Subjek 16	4	69,5	83,1
Subjek 17	6	58,0	73,4
Subjek 18	6	70,8	80,7
Subjek 19	3	70,5	80,9
Subjek 20	3	41,8	70,1
Subjek 21	3	67,1	82,2
Subjek 22	6	63,8	81,6
Subjek 23	2	50,7	68,2
Subjek 24	4	53,3	59,7
Subjek 25	6	59,2	56,6
Subjek 26	5	55,9	69,415
Subjek 27	9	63,3	83,6
Subjek 28	4	60,9	81,196
Subjek 29	6	59,1	84,3
Subjek 30	2	48,8	69,604
Subjek 31	7	51,6	81,5
Subjek 32	1	50,3	67,8615
Korelasi TOLT dan Kimdas 1	0,359642601		
Korelasi TOLT dan Kimdas 2		0,415560291	

Berdasarkan data Tabel 2, terlihat bahwa skor TOLT memiliki korelasi positif baik dengan capaian kimia dasar 1 maupun capaian kimia dasar 2. Korelasi antara skor TOLT dengan capaian kimia dasar 1 adalah sebesar 0,359, sedangkan korelasi antara skor TOLT dengan capaian kimia dasar 2 adalah sebesar 0,415. Hal ini menunjukkan bahwa melalui nilai TOLT kita bisa mengetahui sampai sejauh mana mahasiswa memiliki kemampuan dalam perkuliahan kimia dasar. Berdasarkan Tabel 2 tersebut, nampak bahwa kedua korelasi tersebut bernilai positif, hal ini mengartikan bahwa skor TOLT semakin besar akan menghasilkan capaian nilai kimia dasarnya pun akan semakin tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa melalui skor TOLT, dapat diprediksi seberapa jauh siswa dapat mengikuti perkuliahan kimia dasar dan mencapai kesuksesan dalam ujian tengah semester (UTS) dan ujian akhir semester (UAS) nya.

Hasil penelitian ini sejalan sebab kemampuan berpikir logis menjadi indikator seseorang dapat berpikir secara abstrak. Kimia dasar sendiri merupakan mata kuliah yang sangat menuntut mahasiswa untuk mampu berpikir abstrak. Hal ini dikarenakan konsep-konsep kimia banyak memuat konsep-konsep yang membutuhkan level

kognitif *formal operational*. Piaget menyatakan bahwa dalam berpikir *formal operational* seseorang harus memiliki kemampuan penalaran formal yang memadai.

Hal ini yang menyebabkan bahwa kemampuan berpikir logis yang diukur menggunakan TOLT dari Tobie dan Capie (1981) dapat digunakan sebagai prediktor terhadap kesuksesan mahasiswa/ peserta didik dalam mata kuliah kimia dasar. Dengan kata lain, hasil penelitian ini sesuai dengan apa yang disimpulkan oleh Etzler dan Madden (2014) bahwa skor TOLT dapat digunakan sebagai prediktor kesuksesan mahasiswa dalam mata kuliah tertentu, dalam hal ini perkuliahan kimia dasar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa skor TOLT atau capaian kemampuan berpikir logis mahasiswa/ peserta didik dapat digunakan untuk menjadi prediktor dalam kesuksesan capaian mahasiswa dalam perkuliahan kimia dasar. Hal ini dikarenakan bahwa antara skor TOLT dan skor kimia dasar 1 dan kimia dasar 2, memiliki nilai korelasi yang positif melalui perhitungan menggunakan *Pearson Product Moment*.

Penelitian ini masih membutuhkan pengkajian lebih jauh lagi, khususnya dari sisi sampel penelitian yang diambil sehingga

penelitian berikutnya akan lebih layak untuk digeneralisasikan pada lingkup yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Cantu, L. L., and J. D. Herron, 1978. Concrete and formal piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*. 15(2), 135-143.
- Cohen, H. G. 1980. Dilemma of the objective paper-and-pencil assessment within the piagetian framework. *Science Education*. 64(5), 741-745.
- Creswell, J. W. 2009. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Unites States of America. SAGE Publications, Inc.
- Etzler, F. M., and M. Madden. 2014. The test of logical thinking as a predictor of first-year pharmacy students' performance in required first-year courses. *American Journal of Pharmaceutical Education*. 78(6), 1-4.
- Lawson, A. E. 1978. The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. 15(1), 11-24.
- Sugiyono. 2015. *Metode penelitian pendidikan (pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Tobin, K. G., & W. Capie. 1981. The development and validation of a group test of logical thinking. *educational and psychological measurement*. 41 (2), 413-423.
- Trifone, J. D. 1987. The test of logical thinking. *The American Biology Teacher*. 49(8), 411-416.
- Yenilmez, A., S. Sungur, and C. Tekkaya. 2005. Investigating students' logical thinking abilities: The effects of gender and grade level. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 28, 219-225.